

第一章 整合管理之理念

楊秀珠

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

臺中縣霧峰鄉光明路 11 號

電話：04-23302101

傳真：04-23321478

E-mail: yhc@tactri.gov.tw

當人類開始由採集野生植物轉為人為種植植物之初，由於害物族群尚未群聚，環境因子仍處於有利植物的條件下，因此植物生長健康。之後雖害物等不利生長之因子陸續發生，亦僅於操作過程中應用簡單的手段藉以減少此類不利因子的發生，並無所謂防治工作，當然無所謂綜合防治。由於農藥的開發，開創了防治工作的先端，此時仍為單一因子的防治；而隨著藥劑的應用，牽引著施藥時期及施藥間隔的問題，已導入二因子的防治思維，亦同時開啟了綜合防治的大門；之後由二種防治方法的配合應用，發展至三種以上防治方法的綜合應用，正式開始綜合防治的新紀元，然而全程的作物栽培管理，除了作物之保護措施外，尚需考量產品經價值的提昇、產品競爭力的提升以及生產成本的降低，此外，栽培管理模式對環境所造成的衝擊，亦不可忽視，整體的整合管理的生產模式已成為必需考量的栽培模式，進而達到農業永續經營的最終目標。

綜合管理(Integrated Pest Management, IPM)

綜合管理，Integrated Pest Management，簡稱為 IPM，緣自於昆蟲防治，逐漸應用至病害防治，目前已普遍為植物保護界所認同。所謂 Integrated，乃整合多種防治方法而擬定一適當之策略；Pest 則泛指所有不利於作物生長之生物，包括病害、蟲害、草害及其他有害生物；Management 一般稱為管理，因此 IPM 包括三項基本原則：1、將害物之族群維持於經濟危害水準之下，而非將其徹底滅除；2、儘量採用非化學製劑之防治方法以降低害物族群；3、當藥劑之應用已無可避免時，宜慎選藥劑，將其對有益生物、人類及環境之影響降至最低。因此綜合管理之定義可解釋如下：在農業經營系統下，利用多元化之防治方法控制害物族群，使其低於可被接受之經濟危害水準之下，亦即維持於生態平衡之狀態下，而非「趕盡殺絕」，進而減少作物之損失，並配合正確的農藥使用而達到生產高品質作物及其附屬品之目的，同時兼顧公眾健康、保護

環境及有益生物之作物管理方法稱為綜合管理。由於綜合管理乃結合多種防治方法之應用，其中包括預防及治療方法，乃依據成本、技術水準、作物種類、藥劑之靈活應用及其他環境及社會形等因子而考量。同時農業經營環境多為開放系統，所有條件之流通性及變異性極大，效益極難評估，因此執行綜合管理時應先畫定施行的範圍，由特定之作物或特定地區開始執行，而後逐漸擴大，避免因大面積及多因子互相干擾而影響防治成效。但其管理模式並非一成不變，往往受原耕作時的特殊害物發生狀況、當地的農業政策、其他農民及社會經濟所影響，因此因地制宜為 IPM 執行過程中極重要的理念。

一般言之，綜合管理施用的防治方法大致可歸類為生物防治(biological control)、生物技術應用(biotechnology)、藥劑防治(chemical control)、耕作防治(cultural control)、寄主抗性(host-plant resistance)、物理防治(physical control)、費洛蒙防治(pheromonal control)及預防(preventative control)，分別詳述於後：

一、生物防治(biological control)

生物防治在蟲害防治上最具代表性者為釋放天敵，如寄生蜂、捕植蟎、草蛉等，而應用蟲寄生菌防治害蟲亦不失為一良策，如蘇力菌防治小菜蛾為極成功之例子；而病害防治較為典型者為拮抗微生物與有機添加物的利用，以活化土壤生命力，並降低土壤傳播性病害，較常見者為(一) 利用菌根菌或拮抗微生物處理種子或種苗後種植；(二) 施用特殊配方的有機質肥料誘導土壤中的拮抗菌繁殖，藉以抑制土壤傳播性病原菌的擴展；(三) 噴施拮抗微生物；(四) 應用微生物製劑的生物農藥作為地上部噴施；(五) 微生物的代謝產物或相關的衍生物作為病害防治用。至於栽植忌避植物亦不失為降低蟲害的良策。

二、生物技術之應用(biotechnology)

生物技術之應用包括利用抗體測定種子、部份植體、砧木及接穗之帶菌狀況，利用組織培養繁殖健康植株，抗殺草劑的基因轉殖植物、抗病基因轉殖植物及抗蟲基因轉殖植物等，藉由對基因結構及作用機制的了解，進一步了解害物族群之遺傳特性，進而進行抗病育種，用於偵測藥劑不敏感性害物及改良生物性農藥之效用等均為生物技術之之應用。

三、化學防治(chemical control)

當投資報酬率的評估發現施用藥劑已無可避免時，以輪用方式施用，而非定期性施用化學藥劑，除符合綜合管理之原則外，並可延緩藥劑抗藥性之產生而利於藥劑之管理，同時避免傷及有益生物及天敵為不可忽略的重點，於釋

放天敵的地區，尤需防患殺蟲劑對天敵的殺傷力。其中需考慮者，包括如何對症用藥發揮最大藥效、施藥方法、施用時期及次數、使用後的抗藥性問題、藥害問題以及農藥之安全性與對環境污染情況。因此於施藥前，宜將病蟲害詳加診斷後，再依據病蟲害的特徵及發生的環境因子等因素，訂定可行的藥劑施用策略，依此策略進行藥劑防治，若發現缺點時，隨時加以修正，以發揮藥劑的最高藥效。

四、耕作防治(cultural control)

應用耕作防治為一極高深的學問，往往藉由此方法而減少一害物為害的同時，已誘導另一害物大發生；亦可能於害物已被防除時，產量亦同時減少。普遍較常列為考量者為選擇適宜之種植環境與時間、選擇適宜之作物、選用健康土壤、選種健康種苗、加強種子(苗)檢疫及消毒處理、加強幼苗期管理、選擇適當肥料並適時適量施用、避免密植植物、改變灌溉方式、改變栽種管理模式、建立輪作制度、生態性因子之應用、注重田間衛生徹底執行清園工作、田間污染物的管理、農業廢棄物的管理與利用等。而適當的雜草管理可減少寄主植物而降低病源及減少媒介昆蟲的棲息所，一般亦可藉由密植物而降低雜草繁殖。然而所有應用的管理方式均需符合經濟性及低毒性的要求。

五、寄主抗性(host-plant resistance)

利用遺傳因子進行抗性品種的培育或於栽培過程中不斷篩選具抗性的植株，而後大量繁殖。抗病性的表現通常可分為免疫(immunity，無病徵表現)、過敏性反應(hypersensitivity，出現極細微之病徵)及耐性(tolerance，低罹病性)；至於昆蟲的抗性，大致為耐性(tolerance，可存活但不影響產量)、忌避性(non-preference，作為棲息處所，但未侵害及繁殖)及抗性(antibiosis，無法存活及繁殖)。其他方法為利用抗病砧木、或誘導抗病性產生等。

六、物理防治(physical control)

物理因子常被應用者為加溫、降溫、降低濕度、人工捕殺、覆蓋、改變能量及聲音等之應用，機械方法之應用則包括修剪、砍除等。

七、費洛蒙防治(pheromonal control)

主要為性費洛蒙及誘引劑。以食物或性費洛蒙為誘餌，將蟲體誘往含有殺蟲劑之處而將其撲殺，此類物質稱為誘引劑。而昆蟲為了兩性交尾以達繁殖目的分泌於體外的化學物質，如鱗翅目的昆蟲多為雌蟲分泌性費洛蒙誘引雄蟲來交尾，楊桃花姬捲葉蛾的監測、誘殺及東方果實蠅的監測與誘殺，均為此類防

治方法。

八、預防(preventative control)

主要為阻止病原由一發病地區傳播至另一未感染該病害的新地區，重點在於一般所稱之法規防治；除於苗木進口時須加強檢疫，杜絕病原入侵外，國內栽培者於苗木轉植時，或由不同地區購入種苗時，亦須注重病害之防除。種苗及種子轉移為病害擴展之重要途徑之一，亦即植物病原菌可經由帶菌種子或罹病種苗引入栽培園，因此購買不帶菌之健康種子、種球及種苗，或由健康苗圃購入種苗，可降低病害發生之概率。

進行綜合管理時，同時需發展監測系統，定期監測害物(生理性及生物性)發生的必要條件，包括環境因子、害物及寄主之狀況，同時監測管理的效果，以利隨時調整管理模式。環境因子包括土壤條件、水管理、肥培管理等及溫度、濕度、雨量、露點、風向、風力等影響植株生長及病蟲害等發生的氣象因子，尤以溫度及濕度最為重要；害物則包括種類、發生時期、危害狀、於田間的生態及其擴展性；寄主則包括作物品種、生長期、生長狀況及栽種管理等。監測資料有助於防治時機及防治方法之應用，愈詳盡愈有助於擬定可行之防治策略。因此綜合管理中不可忽視之措施為種植管理之記錄，隨時觀察並保存良好且詳盡之記錄，包括雜草、害物及病害記錄並保存完整之田間分布圖，可幫助害物發生及蔓延之判斷，同時避免在同一栽培田於不同時期栽培相同品種或種類之作物，亦為綜合防治必需注意之項目。

監測結果若發現綜合管理無法發揮防治效果而達到綜合管理之目標時，如為草本植物則剷除所有植株，重新種植，當可將害物徹底清除；否則安於現狀不作任何處理，當症狀及病蟲害經一段時間之擴展而達到穩定平衡後，自然不再擴展，如此可避免造成無謂的浪費，但作物之品質及產量則無法預期。至於木本植物，因多為多年生植物，不易剷除而重種，則可考慮強剪、清除罹病枝條及徒長枝並加以燒燬，同時噴施保護性藥劑，而於翌年病害發生季節來臨前再行噴施保護性藥劑，將可大量降低感染源。

整合性作物管理(Integrated Crop Management)

為達果樹之永續經營，整合性果樹生產(Integrated Fruit Production, IFP)成為歐洲果樹之生產策略，意指藉由育種、選種、種植、栽培及採收與貯藏技術等方法之配合，以生產高品質之果品，同時達經濟效益之生產量，並降低化學

物質之應用。因此，執行 IFP 時宜考量之因素包括健康種苗、合適之種植地點、植物保護、植物營養、輪作及栽培管理等。綜而言之，整合性之作物生產，乃因時、因地、因人制宜之管理模式，為綜合性、漸進性之管理模式，絕非墨守成規、一成不變。當作物栽培過程中之任一因素改變時，其他之管理方法需隨之而變，方可達最高之經濟效益，因此除需保持上述綜合管理所提之相關資料外，逐一記錄所有之田間操作，實有其必要性，若未詳加思考，一味沿用既有之管理模式，則往往無法達成整合性作物管理之最終目的，實際栽培管理者宜深思。若深入研究其經營模式，雖為果樹之管理模式，但其宗旨卻為提昇產品品質，提高產品競爭力。

所謂整合性作物管理，為 Integrated Crop Management，簡稱 ICM，於 1997 年首先由英國 British Crop Protection Council 提出，雖無明確且達成共識之定義，但已廣為農業界所接受，並已定期舉辦研討會，並發表專集，最近一次研討會之精華刊載於 2000 年之 Pest Management Science vol. 56。廣泛而言，作物之整合性管理乃以合乎經濟及生態之基準，建立最適合作物生長之環境條件，以生產高品質、高價位之農產品及其附加價值，並將害物控制於可容許之經濟水準之下，而獲取最高利益，且達永續經營之境界，包括 7 項原則，分別為 1、經濟且精確地施用化學物質；2、精準地慎選應用質材，促使所施用之質材可互相配合而達到最佳化之應用，方不致造成浪費；3、重視天敵之繁殖，同時建立一有利於土壤及作物生長並可抑制害物(包括病害、蟲害及雜草等)繁殖之環境；4、藉由適當之輪作及耕作模式，以營造土壤肥力最佳化之條件；5、維持或增加經濟效益，而非追求絕對之作物高產量；6、將不利於環境之因素降至低點；7、延緩及降低藥劑抗藥性及對生物性防治方法之抗性之發生。

藉由專家整合，並結合傳統農業及近似有機農業，而建立 ICM 的管理策略，提供農民管理原則、技術及執行方針，以協助農民建立最佳化的管理策略，然並無任一 ICM 系統可適用於所有的狀況，故必需不斷的以新技術結合原有的技術以進行管理，經由試驗及開發新的管理技術，如篩選化學藥劑、準確的應用系統、改良生物防治方法、抗病蟲草害植株之培育、病蟲草害及營養需求之預測及防治決策系統、決策及支援系統之建立、病害之快速診斷及天敵族群之建立等，再因應不同的土壤、氣候及環境，建立不同的管理策略。當然不可能所有的管理策略均可於田間進行試驗，然藉由與多種經濟生產系統比較，亦可獲得經驗而使 ICM 之策略規劃更趨於完善。抗性植株育種為 ICM 極為讚賞的防治方法，同時藉由預測及損失評估作為施用化學藥劑之依據，以減少施用

數及施用量，將藥劑的施用量降至最低，氮肥的施用亦同，然而不論傳統管理方法或 ICM 管理系統均會因經驗累積或新技術的開發而改變其管理模式。

經 3-7 年的試驗比較，以 ICM 管理者較一般傳統管理者產量降低 5-15%，品質則維持或提高，成本降低 20-30%，農藥減量 30-70%，氮肥減量 16-25%，採收後之氮平均降低 35%，其中較難防治者為雜草。為維持此一管理系統之持久性，所應用之技術需具高度之穩定度及永續性，同時不斷開發新技術亦為不可或缺之要件，簡言之，成功的 ICM 管理策略具備高水準的技術及管理，為一精準農業的管理策略，而非一減量施用資源的農業。

若一耕作區尤其是 ICM 的試驗區能完整的記錄所有的訊息及施用資材，則可成為理想的新技術的試驗區，而創造更多可應用的新技術，此試驗區運轉愈久，愈可提升其成果之應用度，但若新的成果產生時，試驗區未持續維持，將因無法應用此一成果，而不幸的喪失永續發展的機會。當累積足夠的經驗與數據後，可經由訓練課程而加以推廣，亦可舉辦區域性的研討會由專家及實際參與 ICM 管理模式的農民將其成果加以推廣，促使更多農民加入 ICM 的陣容。

為結合傳統農耕與有機農業之優點，進而導向永續農業，ICM 之管理策略可由下列數方向著手：

一、健康種苗

所謂健康種苗，可分為二，一為抗病蟲害之種苗，一般可經由育種而得，另一為未受病原菌(包括病毒、真菌、細菌及線蟲等)及蟲害感染之種苗。當健康種苗無法獲得時，經由生物技術或物理方法處理以去除病原為必要之手段，但選種適合之品種，則為第一優先考量之因素。

二、合適之種植地點

種植地點所需考量的因素包括土壤、溫度、雨量與濕度、光照及與市場、與集貨場距離遠近等。

(一) 土壤

良好之種植用土需具備下列條件：土質疏鬆，通氣及排水良好、含適量的有機質肥料及化學成分，而未受病原菌及地下害蟲感染為另一重要因素，因此種植期間需控制土壤的物理性、化學性及生物性因子，並定期進行土壤分析，以了解土壤之實際狀況，再依據實際狀況適時、適量添加有機質肥料及化學肥料，同時亦需強化灌溉系統及模式，適當管理水分，避免過量或不足的土壤含水量，因水分過量或不足均易影響植株根部的呼吸作用及其他生理作用，

而影響植物的生長，並間接影響抗性。

(二) 溫度

溫度可左右害物發生及作物生長，適度調整有利於作物生長而強化抵抗力，相對降低害物的發生。改善溫度條件可採行之方法為設施栽培、適度遮蔭、適度調整栽培空間等；此外，適度修剪除可促進植株之光照及改善通風，對調節溫度亦稍有助益。

(三) 雨量與濕度

臺灣地區雨量多，大部份超過蒸發量，每年的雨量並不固定，但多集中於5-9月，且5-9月之月雨量變異大，若農地無法消納每月數百，甚至上千公厘的雨水，則作物嚴重損害，但若農地能消納此大量雨水而作物栽培不受水害影響，則生長良好，因此農地消納雨水的的能力成為作物栽培成敗與否之重要關鍵。

至於濕度，明顯影響病害的發生與消長，故為保護作物生長，控制濕度實有其必要性。除白粉病可藉由噴霧增加濕度而控制其分生孢子散佈外，一般多以降低濕度為多，可採行之方法為 1、供水時避免噴及植株；2、避免葉面給水；3、適度加溫；4、下午及夜間不可於田間大量用水；5、避免夜間供水；6、若為設施栽培，可於夜間將濕空氣抽出，並灌入冷乾空氣等方式；7、改善通風，通風良好時，可促進空氣流通，將濕氣帶走而降低濕度；8、適度修剪可促進植株之光照及通風，同時亦可降低濕度。

(四) 光照

植物必需種植在光線充足處方可正常生長，但不同作物對光照之感受度不同，故需要強光照的植物，應種植於光照充足處，至於不可照強光的植物，種植時必需遮蔭。

(五) 與市場及集貨場距離之遠近

貯運距離之遠近直接影響農產品採收後的品質，與集貨場之距離愈近，愈可於採收後立即進行保鮮作業而維持農產品的品質，反之則較易喪失原有之品質。

三、植物保護

除應符合 IPM 之條件外，以採用抗病蟲品種、誘殺、生物防治及耕作防治為主軸，儘量避免使用化學藥劑，同時進行病蟲害監測及預測，於害物發生之有利環境因子出現時，防患未然，可收事半功倍之效，因此執行 IPM 之管

理時，需有預防重於治療之理念。

四、植物營養

控制肥料乃維持植株健康以獲得高產量之重要方法之一，有機肥料及化學肥料均有其必需性，故宜定期進行葉片及植體分析，作為施肥之依據。

有機質肥料之施用技術因時、因地制宜，可視為一農業藝術，其主要的功效包括三方面；(一) 改善土壤物理性質：改善土壤構造、增加土壤保水力、增進土壤通氣性及增加土壤溫度；(二) 改善土壤化學性及作用：可增加土壤貯存營養分，經分解後提供植物的營養及能量，同時分解產物可促使貯存的無機營養轉移及增加其有效性、營養的固定作用及含有植物生長的活性物質；(三) 對土壤微生物的影響：提供土壤微生物的營養及能量；含氮素較少的腐植質可增進土壤固氮作用，將空氣中的氮固定成生物可利用的氮化合物；增進土壤有益菌而制衡有害菌，此外，有機肥可增加保肥及保水力、提高養分有效性，如磷及微量元素之有效性、並提供微量元素，尤其鐵、錳、銅、鋅、硼、及鉬，因此，施用時有機肥必需與土壤充分混合，方可發揮其最佳肥效及改良土壤之效用。

化學肥料亦為不可或缺之要素，施用時需包括氮、磷、鉀三要素及微量元素，且三要素之比例因植物不同而用量不同，然應避免硝酸態肥料之淋洗、流失及生理障礙。

五、輪作

由於不同作物之營養需求不同，對不同營養成分之吸收量不同，若長期連作，易導致部份元素累積過多而造成鹽害，其他元素則因大量被吸收而產生不足之現象，此即為常見之連作障礙。輪作時乃以不同種類之作物輪流種植，可因作物之營養需求不同，而將土壤中之不同肥料加以利用，避免因長期種植同一作物所造成之連作障礙。此外線蟲及土壤傳播性病害亦常因連作而日趨嚴重，輪作時可因其寄主不同而降低其繁殖，是以輪作可減少線蟲及土壤病害之發生，尤以與水稻輪作之效果最為顯著，但農民採用玉米、十字花科蔬菜與菊花輪作，亦可抑制土壤病害之發生。事實上，於休耕期適度淹灌，亦可達病害防治之效果。

六、栽培管理

慎選栽植作物種類、慎選合宜之種植時期、適度之栽植密度，以強化田間管理為不可或缺之策略，此外，需加強農產品採收前之處理，以促使產品進入

顛峰狀況，並注意於傍晚或清晨低溫時採收，降低其呼吸及其他生理作用，以延緩其老化現象。而採收後之處理亦極重要，包括貯放於合宜之貯藏環境及選用最佳之貯藏方法。

七、機械化考量

機械化考量，可降低能源增加之壓力，包括降低人力、提升工作效率及減少資源之浪費，但仍以符合經濟原則為依歸。

八、農民推廣教育

農民教育亦為綜合管理不可忽視的一環，良好之管理體系乃需配合農民之習慣而擬定，同時需極易為農民所接受而樂於應用，方可順利推展，因此除建立良好的管理策略外，同時教育農民，提昇其水準，健全農民對管理及農藥應用的觀念，使二者之落差降至最低，則落實綜合管理之執行，猶如探囊取物。

九、消費者宣導、教育

農產品之最終目的乃為消費者所接受，而消費者包涵所有各行各業及各種不同理念的族群，因此消費者之認知及消費習慣為不可忽視之一環，如何宣導整合管理之理念，促使消費者了解化學物質之安全性及必需性，同時改變其喜購外觀亮麗而不注重品質之消費習慣，實有助於綜合管理於田間落實。

美國植物病理學會自 1991 年陸續以"health management"為名，出版有關作物整合管理專書，目前已出版小麥、馬鈴薯、花生、及柑桔四種作物，以柑桔為例，書中提及所需管理的項目包括種植地點、土壤管理、水分管理、品種選別、砧木選別、接穗選別、肥料管理、整合性之繁殖管理、病害管理、蟲害管理、草害管理、施藥技術及採收後處理等，凡是有利於植株健康者均為管理之考量因素，而在經濟效益層面，甚至包括如何規劃以達最高值，故以「健康管理」實不為過，除已符合 IPM、IFP 之精神外，實與 ICM 有異曲同功之效。

由於科技之進步，多項科技產品已逐漸應用於日常生活及農業生產，其中極為先進者為地理資訊系統/全球衛星定位儀(GIS/GPS, geographical information system/global positioning systems)，所謂的精準農業(Precision agriculture)因應而產生，乃是指農場內特定地點的自動化作業與管理系統，又可稱為 SSM (Site-specific management) 作業體系，包括的基本要素，分別為農業科技及產業管理知識與空間資訊科技(Spatial information technologies)，其中空間資訊科技包括遙測(Remote sensing, RS)、地理資訊系統(Geographic information system, GIS)以及全球衛星定位系統(Global positioning system, GPS)

等現代化的科技。利用衛星系統及遠端感應器等先進儀器，可監測作物之產量、土壤之性質、質地、含水量、營養成分，甚或土壤酸鹼度，對於植物保護工作之應用，可用於監測蟲害棲群密度、雜草族群，而病害上之應用則較著重於微氣候因子之監測，經由此詳細資料，可進行預防性的保護措施，或根據實際狀況，適時、適量進行管理，不致產生太多之浪費，應為未來綜合管理之監測系統中不可或缺之因子。因此精準農法(Precision farming)、精準農業(Precision agriculture)，實為傳統農業轉型為永續農業之轉型期農業，若配合 ICM 之理念進行管理，步入永續農業之經營模式，指日可待。

由於 ICM 為極度知識密集之技術，因此「人」為是否成功之重要關鍵因素，當農民及推廣人員經由訓練而熟悉 ICM 可應用之技術，並可自行決定管理措施時，已邁入 ICM 成功之門，因此 ICM 之執行可謂農民、研究人員、推廣人員、栽培人員及保護人員集體創作之成果，但重要者為實際耕作之農民，如何教育農民，健全其對管理及農藥應用之觀念，使二者之落差降至最低，則落實整合性管理之執行，猶如探囊取物；當然，社會大眾之共識及有利之政治環境亦可發揮其助益之功。

總之，ICM 之精神乃整合相關之生產技術進行作物管理，藉提昇品質、降低生產成本而達提昇競爭力之目的，同時兼顧生長環境之保育，以達永續經營之最終目的，因此 ICM 之執行為一群體合作之工作形態。目前為因應臺灣加入 WTO 之衝擊，產業對策已逐漸調整為以提昇競爭力為主軸，促使農業朝向「以知識的市場化與商品化，提高農產品的附加價值，增加農民所得」的方向發展，結合農業相關資源與人才，應用先進的技術與資訊，建立完善之農業產銷體系，並配合相關之行銷體系，以提升經濟效益與技術效益；可知二者之精神均以提升競爭力與群體合作關係為主軸，因此如何宣導整合性管理，引導農民進入整合性管理，進而進入永續農業，以降低加入 WTO 之衝擊，實已刻不容緩。